

PAT-NO: JP411223665A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11223665 A
TITLE: BATTERY RESIDUAL CAPACITY CALCULATING UNIT
PUBN-DATE: August 17, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ASO, TAKESHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISSAN MOTOR CO LTD	N/A

APPL-NO: JP10023431

APPL-DATE: February 4, 1998

INT-CL (IPC): G01R031/36, B60L003/00 , B60L011/18 , H02J007/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To always accurately output battery residual capacity by calculating the battery residual capacity by integrating the detected value of a charge/ discharge current of a battery, and correcting the calculated value by estimating the battery residual capacity based on the open terminal voltage.

SOLUTION: In a first method, residual capacity C1 is calculated by finding the product ($I \cdot T1$) of the electric current and the time by sampling a charge/ discharge current I at a time interval T1 and adding this to the residual capacity calculated value of the last time. A renewal period of the residual capacity is set to, for example, 10 ms, and residual capacity C is renewed with every 10 ms. In this method, the residual capacity can be renewed at a short sampling interval, but a measuring error by an offset is accumulated. In a second method, residual capacity C2 is also estimated from an estimate Eo by estimating release voltage Eo of a battery by linearly regressing a V-I

characteristic of the battery from plural sampling data on voltage V and an electric current I of the battery. In this method, an accumulation quantity of the measuring error is reset by renewing a residual capacity output value C by the residual capacity C_2 since the error is not accumulated though the renewal period is long.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)8月17日

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 9 頁)

(74)代理人 弁理士 永井 冬紀

Figure 1 is a graph showing the variation of residual capacity C over time t . The y-axis is labeled C and the x-axis is labeled t . A dashed line represents the initial capacity level C^0 . A solid line represents the capacity after a first reduction, C^1 . A second dashed line represents the capacity after a second reduction, C^2 . The time intervals T_1 and T_2 are marked on the x-axis. The capacity reduction is labeled ΔE .

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電池の端子電圧を検出する電圧検出手段と、

前記電池の充放電電流を検出する電流検出手段と、
前記充放電電流検出値を積分して前記電池の残存容量を演算する残存容量演算手段と、
前記電池の開放端子電圧に基づいて前記電池の残存容量を推定する残存容量推定手段と、
前記残存容量演算値と前記残存容量推定値の差の変化率に基づいて前記残存容量演算値の演算方法を補正する残存容量更新手段とを備えることを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【請求項2】 請求項1に記載の電池の残存容量演算装置において、
前記残存容量更新手段は、前記残存容量の推定時点において前記残存容量推定値で前記残存容量演算値を更新することを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【請求項3】 請求項1に記載の電池の残存容量演算装置において、
前記残存容量更新手段は、前記残存容量演算値と前記残存容量推定値の差が所定値より大きくなった場合に前記残存容量推定値で前記残存容量演算値を更新することを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【請求項4】 請求項3に記載の電池の残存容量演算装置において、
前記所定値は、前記残存容量演算値の演算方法の補正時間間隔に応じて可変とすることを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかの項に記載の電池の残存容量演算装置において、
前記残存容量演算手段は、所定時間ごとに演算を行い、前回の残存容量演算値に前記充放電電流検出値と前記所定時間との積を加算して残存容量を演算することを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれかの項に記載の電池の残存容量演算装置において、
前記電池の開放端子電圧は、放電電流増加時にサンプリングされた電圧と電流の複数のデータに基づいて前記電池の電圧-電流特性を直線回帰し、その回帰直線の電圧軸切片から推定された電圧であることを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【請求項7】 請求項1から請求項6のいずれかの項に記載の電池の残存容量演算装置において、
前記電池の開放端子電圧は、前記電池の端子開放状態において前記電圧検出手段により検出された電圧であることを特徴とする電池の残存容量演算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電池の残存容量を演算する装置に関する。

【0002】

【従来の技術とその問題点】 放電時の電池の電流 I と電圧 V をサンプリングして電池の $V-I$ 特性を直線回帰により求め、回帰直線の V 軸（電圧軸）切片から電池の開放電圧 E_o を推定して残存容量を演算する装置が知られている（例えば、特開平9-215111号公報参照）。この種の装置では、正確な電池の $V-I$ 特性を得るために、放電時の電流 I と電圧 V のサンプリング数を十分に多くする必要がある。

【0003】 しかし、サンプリング数を多くすると残存容量の演算時間がかかり、残存容量の更新周期が長くなるため、次の更新までの間は正確な残存容量を出力することができないという問題がある。

【0004】 本発明の目的は、常に正確な電池の残存容量を出力する電池の残存容量演算装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 (1) 請求項1の発明は、電池の端子電圧を検出する電圧検出手段と、電池の充放電電流を検出する電流検出手段と、充放電電流検出値を積分して電池の残存容量を演算する残存容量演算手段と、電池の開放端子電圧に基づいて電池の残存容量を推定する残存容量推定手段と、残存容量演算値と残存容量推定値の差の変化率に基づいて残存容量演算値の演算方法を補正する残存容量更新手段とを備える。

(2) 請求項2の電池の残存容量演算装置は、残存容量更新手段によって、残存容量の推定時点において残存容量推定値で残存容量演算値を更新するようにしたものである。

(3) 請求項3の電池の残存容量演算装置は、残存容量更新手段によって、残存容量演算値と残存容量推定値の差が所定値より大きくなった場合に残存容量推定値で残存容量演算値を更新するようにしたものである。

(4) 請求項4の電池の残存容量演算装置は、前記所定値を、残存容量演算の演算方法の補正時間間隔に応じて可変としたものである。

(5) 請求項5の電池の残存容量演算装置は、残存容量演算手段によって、所定時間ごとに演算を行い、前回の残存容量演算値に充放電電流検出値と所定時間との積を加算して残存容量を演算するようにしたものである。

(6) 請求項6の電池の残存容量演算装置は、電池の開放端子電圧を、放電電流増加時にサンプリングされた電圧と電流の複数のデータに基づいて電池の電圧-電流特性を直線回帰し、その回帰直線の電圧軸切片から推定した電圧としたものである。

(7) 請求項7の電池の残存容量演算装置は、電池の開放端子電圧を、電池の端子開放状態において電圧検出手段により検出した電圧としたものである。

【0006】

【発明の効果】 (1) 請求項1の発明によれば、充放

電流検出値を積分して電池の残存容量を演算するとともに、電池の開放端子電圧に基づいて電池の残存容量を推定し、残存容量演算値と残存容量推定値の差の変化率に基づいて残存容量演算値の演算方法を補正するようにした。充放電電流の積分により残存容量を求める方法によれば、常に残存容量を更新することができる。また、離散制御系においても、サンプリング時間間隔を短くすれば必要に応じた短い周期で残存容量を更新することができる。しかし、充放電電流を検出する電流検出手段のオフセットなどの測定誤差が累積され、時間の経過とともに演算精度が悪くなる。一方、電池の開放電圧から残存容量を推定する方法によれば、推定結果に電流検出手段のオフセット誤差が含まれないので、ほぼ実際の残存容量を正確に知ることができる。ところが、高い推定精度を維持するためには、電池の電圧と電流のサンプリングデータの数を多くして質を良くしなければならず、更新周期が長くなる。したがって、次に更新されるまでの間は実際の電池の残存容量が変化しているにも拘わらず、残存容量が更新されないことになる。請求項1の発明によれば、上記2つの方法の欠点が互いに補完され、常に正確な電池の残存容量を得ることができる。

(2) 請求項2の発明によれば、残存容量の推定時点において残存容量推定値で残存容量演算値を更新するようにしたので、残存容量の推定時点ごとに残存容量演算値に含まれる測定誤差の累積分がリセットされ、正確な残存容量が得られる。

(3) 請求項3および請求項4の発明によれば、残存容量演算値と残存容量推定値の差が所定値より大きくなった場合に残存容量推定値で残存容量演算値を更新するようにした。残存容量の推定時点ごとに行うと、残存容量演算値と残存容量推定値の差が小さく、残存容量演算値の更新が不要な場合でも更新処理が行われ、演算装置の負担が大きくなる。そこで、残存容量演算値と残存容量推定値の差が所定値より大きくなった場合にのみ残存容量演算値の更新を行うことによって、常に正確な残存容量を得ながら、演算装置の負担を軽減することができる。

(4) 請求項5の発明によれば、所定時間ごとに演算を行い、前回の残存容量演算値に充放電電流検出値と所定時間との積を加算して残存容量を演算するようにしたので、離散制御系において、必要に応じた演算時間間隔を設定することにより、残存容量の更新周期を任意の周期にすることができる。

(5) 請求項6の発明によれば、電池の開放端子電圧を、放電電流増加時にサンプリングされた電圧と電流の複数のデータに基づいて電池の電圧-電流特性を直線回帰し、その回帰直線の電圧軸切片から推定するようにしたので、長い時間電池が開放状態にならない装置でも正確な電池の開放電圧を得ることができ、その開放電圧により正確な電池の残存容量を得ることができる。

(6) 請求項7の発明によれば、電池の開放端子電圧を、電池の端子開放状態において電圧検出手段により検出した電圧としたので、電圧と電流のサンプリングデータに基づく回帰演算によらず、正確な電池の開放電圧を検出することができ、それにより正確な電池の残存容量を得ることができる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明を、低負荷時にはシリーズ・ハイブリッド車両SHEVとして走行し、高負荷時には内燃機関で走行するシリーズ・パラレルハイブリッド車両SPHVに適用した一実施の形態を説明する。なお、本発明はシリーズ・パラレルハイブリッド車両SPHVに限定されず、電池の充電電力を利用するすべての装置に適用することができる。

【0008】図1に一実施の形態の構成を示す。なお、図中の太い実線は機械力の伝達経路を示し、太い破線は電力の伝達経路を示し、細い実線は制御線を示す。この車両のパワートレインは、モーター1、エンジン2、クラッチ3、モーター4、変速機5、動力伝達機構6から構成される。モーター1の出力軸、エンジン2の出力軸およびクラッチ3の入力軸は互いに連結されており、また、クラッチ3の出力軸、モーター4の出力軸および変速機5の入力軸は互いに連結されている。クラッチ3の投入時はモーター1、エンジン2およびモーター4が車両の推進源となり、クラッチ3の解放時はモーター4のみが車両の推進源となる。

【0009】モーター1および4には交流誘導電動機、交流同期電動機あるいは直流電動機などを用いることができる。また、エンジン2にはガソリン・エンジンやディーゼル・エンジンなどを用いることができる。クラッチ3はパウダークラッチであり、伝達トルクを調節することができる。なお、クラッチ3に乾式単板クラッチや湿式多板クラッチなどを用いることもできる。変速機4はベルト式変速機CVTであり、変速比を無段階に調節することができる。なお、変速機4にギア式変速機を用いることもできる。

【0010】モーター1、エンジン2、クラッチ3、モーター4および変速機5はそれぞれ、制御装置8〜12により駆動制御される。モーター1、4に交流電動機を用いる場合にはモーター制御装置8、11にインバーターを用い、モーター1、4の回生交流電力を直流電力に変換して高圧バッテリー14を充電するとともに、高圧バッテリー14の直流電力を交流電力に変換してモーター1、4へ供給する。モーター1、4に直流電動機を用いる場合にはモーター制御装置8、11にDC/DCコンバーターを用い、モーター1、4の回生直流電力を所定の電圧に調節して高圧バッテリー14を充電するとともに、高圧バッテリー14の直流電力を所定の電圧に調節してモーター1、4へ供給する。いずれの場合も、モーター制御装置8、11はモーター1、4の回転速度、

出力トルクを制御することができる。

【0011】エンジン制御装置9は各種アクチュエータや機器を備え、エンジン2の燃料噴射制御、点火制御、燃焼気筒数制御などを行う。クラッチ制御装置3はパワダークラッチ3の励磁電流を変えて伝達トルクを制御する。また、変速機制御装置12は変速機5の変速比を制御する。

【0012】車両コントローラ13はマイクロコンピュータとその周辺部品から構成され、制御装置8~12を制御して車両自体の動作、機能を制御する。車両コントローラ13には、図2に示すように、アクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセル開度センサー15、車両の走行速度を検出するための車速センサー16、エンジン2の回転速度を検出するための回転センサー17、エンジン2の冷却水温度を検出する温度センサー18、エンジン2のスロットルバルブ開度を検出するスロットル開度センサー19、EGRバルブ開度を検出するEGR開度センサー20が接続される。

【0013】車両コントローラ13にはまた、高圧バッテリー14の充放電電流Iを検出するための電流センサー21と、高圧バッテリー14の端子電圧Vを検出するための電圧センサー22が接続される。なお、電流センサー21による電流検出値Iは放電電流を正とし、充電電流を負とする。

【0014】図3は、この実施の形態による残存容量Cの更新例を示すタイムチャートである。この実施の形態では、2つの異なる方法によりそれぞれ残存容量C1、C2を演算し、演算ごとに残存容量出力値Cを更新する。第1の方法は、所定の時間間隔T1で充放電電流Iをサンプリングして電流時間積(I*T1)を求め、これを前回の残存容量演算値に加算して残存容量C1を演算する。この実施の形態では、第1の方法による残存容量の更新周期を10msとし、図に実線で示すように10msごとに残存容量C1を演算して残存容量Cを更新する。なお、電流Iのサンプリング間隔と異なる時間間隔で残存容量C1を演算するようにしてもよい。

【0015】この第1の方法により残存容量を更新すると、短いサンプリング時間間隔で常に残存容量を更新することができる。ところが、充放電電流を検出する電流センサーにはオフセットがあり、このオフセットなどの測定誤差が演算ごとに累積される。

【0016】シリーズ・ハイブリッド車両SHEVやシリーズ・パラレルハイブリッド車両SPHVでは、特別な場合を除いてバッテリーの充電を行わずに走行し続けるので、外部の充電器による満充電時に残存容量をリセットする機会がない。このような満充電リセットができないバッテリーの残存容量を第1の方法により演算すると、上述した測定誤差が累積されることになり、正確な残存容量を出力することができない。そこで、この実施の形態では、第2の方法によって累積誤差をリセット

し、満充電リセットと同様な効果を得る。

【0017】第2の方法は、電池の電圧Vと電流Iの複数のサンプリングデータに基づいて電池のV-I特性を直線回帰し、回帰直線のV軸切片から電池の開放電圧E_oを推定し、さらにその開放電圧推定値E_oから残存容量C2を推定する。この第2の方法では、電池のV-I特性を、電圧Vと電流Iのサンプリングデータから直線回帰により求めるので、サンプリングデータの数と質によりV-I特性の正確さ、すなわち開放電圧E_oの推定精度が決まる。

【0018】そこで、この実施の形態では、例えば特開平9-215111号公報に開示されているような方法により電圧Vと電流Iをサンプリングする。すなわち、電池は反応形態が異なると同一の電流でも電圧が異なることがあり、また、放電電流の減少時には電流の変化に対して電圧の変化が遅れるため、放電電流増加時の複数の時点において電圧Vと電流Iをサンプリングする。サンプリングデータは、放電電流Iの範囲を複数の領域に分割して整理し、各領域ごとに所定個数の最新のデータを収集する。なお、電池の電圧Vと電流Iのサンプリング方法は上述した方法に限定されない。

【0019】すべての電流領域において所定個数のデータが収集されたら、それらのデータに基づいて電池のV-I特性を直線回帰し、回帰直線のV軸(電圧軸)切片から電池の開放電圧E_oを推定する。そして、電池の開放電圧に対する残存容量のマップから、開放電圧E_oに対応する残存容量を表引き演算して残存容量C2を求める。なお、電池の開放電圧に対する残存容量のマップは予め測定してメモリに記憶しておく。

【0020】この第2の方法では、すべての電流領域に所定個数のデータが収集されてから残存容量C2の演算を行うので、この残存容量C2の演算周期は一定にならず、通常1~2分以上になる。もちろん、サンプリングデータの数を増して質を良くするほど、演算時間間隔が長くなる。

【0021】第2の方法の残存容量C2のみにより残存容量Cを更新すると、その更新周期が長いので、図3に破線で示すように、次に更新されるまでの間には実際には残存容量が変化しているにも拘わらず、残存容量出力値Cが変化しない。しかし、この第2の方法により演算した残存容量C2には、上述した電流センサーのオフセットなどによる計測誤差の累積がないので、実際の残存容量に近い値を示す。特に、リチウム・イオン電池では、V-I特性の直線性がよく、開放電圧に対して残存容量が一義に決まるので、第2の方法により正確な残存容量を求めることができる。

【0022】図3に示すように、第2の方法により残存容量C2が演算された時点(t11、t20)において、残存容量C1と残存容量C2との差ΔEはほぼ第1の演算方法による測定計測誤差の累積分であり、この時

10

20

30

40

50

点で第2の方法で求められた残存容量C2で残存容量出力値Cを更新し、測定誤差の累積分をリセットする。また、同時に、残存容量C1に残存容量C2を設定し、第1の方法で用いる残存容量初期値を更新する。

【0023】図4は第1の方法による残存容量の更新処理を示すフローチャートであり、図5は第2の方法による残存容量の更新処理を示すフローチャートである。これらのフローチャートにより、一実施の形態の動作を説明する。車両コントローラ13は所定の時間間隔T1、ここでは10msごとにこれらの処理の実行を開始する。まず、図4のステップ1において、電流Iを検出する。続くステップ2で、更新時間間隔T1の間の容量増減分ΔCを次式により演算する。

$$【数1】 \Delta C = I * T1$$

【0024】ステップ3で、更新時間間隔T1の間の、第1と第2の方法の残存容量差の増減分Δeを次式により演算する。

$$【数2】 \Delta e = \Delta e / t * T1$$

ここで、Δe/tは第1と第2の方法の残存容量差の、単位時間当たりの変化率であり、その詳細については後述する。さらに、ステップ4で次式により残存容量C1を更新する。

$$【数3】 C1 = C1 + \Delta C + \Delta e$$

数式3において、右辺のC1は前回の演算時の残存容量、または、後述する第2の方法により更新された残存容量である。ステップ5において、演算結果の残存容量C1を現時点の残存容量Cとして出力する。

【0025】図5のステップ11において、上述したサンプリング方法により測定された電圧Vと電流Iのサンプリングデータが、各電流領域に所定個数ずつ収集されているかどうかを確認し、収集されていればステップ2へ進み、収集が完了していなければ処理を終了する。図5に示す残存容量更新処理は図4に示す処理と同様に10msごとに開始されるが、所定のサンプリングデータの収集が完了していなければ実際に更新処理が行われないので、上述したように第2の方法による残存容量の更新周期は不定であり、第1の方法による更新周期に比べて長い周期になる。なお、電圧Vと電流Iのサンプリング処理については、例えば特開平9-215111号公報などに開示されているので、説明を省略する。

【0026】ステップ12で、サンプリングデータに基づいてバッテリー14のV-I特性を直線回帰し、回帰直線を延長してV軸（電圧軸）との交点を求め、その交点をバッテリー14の開放電圧Eoとする。続くステップ13では、バッテリー14の開放電圧に対する残存容量の特性マップから開放電圧Eoに対応する残存容量を表引き演算し、残存容量C2とする。そして、ステップ14で残存容量C2を現時点の残存容量Cとして出力する。

【0027】ステップ15において、前回の第2の方法

による更新時刻からの経過時間、すなわち今回の更新時間間隔T2を計時する。この計時には、第2の方法で残存容量C2を演算するたびにリセット/スタートするタイマーを用いる。ステップ16では、第2の方法による残存容量演算時点における、残存容量C1とC2の差ΔEを求める。

$$【数4】 \Delta E = C1 - C2$$

上述したように、この差ΔEは、第1の方法による電流センサーのオフセットなどによる測定誤差の累積分である。ステップ17で、残存容量C1とC2の差ΔEの単位時間当たりの変化率Δe/tを次式により演算する。

$$【数5】 \Delta e / t = \Delta E / T2$$

【0028】以上の一実施の形態の構成において、電圧センサー22が電圧検出手段を、電流センサー21が電流検出手段を、車両コントローラ13が残存容量演算手段、残存容量推定手段、残存容量更新手段、時間増加率演算手段、誤差の増加分演算手段および残存容量演算値補正手段をそれぞれ構成する。

【0029】なお、上述した実施の形態では、放電時の電流Iと電圧Vのサンプリングデータに基づいて電池のV-I特性を直線回帰し、回帰直線のV軸切片から電池の開放電圧Eoを推定する例を示したが、少なくとも数分間に一度は開放状態にされる電池に対しては電圧センサーにより開放電圧を直接、検出するようにしてもよい。あるいはまた、開放状態になる時間間隔が長い場合には上述した推定方法により開放電圧を求め、開放状態になる時間間隔が短い場合には開放電圧を直接、検出するようにしてもよい。

【0030】一発明の一実施の形態の変形例一

上述した一実施の形態では、第2の方法により残存容量C2を推定するたびに、この残存容量C2で第1の方法による残存容量C1を更新する例を示したが、第1と第2の方法の残存容量差ΔEに基づいて更新を行うか否かを判断するようにしてもよい。すなわち、今回のサンプリング時点における第1と第2の方法の残存容量差ΔEnの絶対値が所定値K1より小さく、且つ今回の残存容量差ΔEnが前回の残存容量差ΔEn-1よりも所定値K2以上大きくなっていない場合には、更新を行わない。すなわち、残存容量の更新条件を次のようにする。

【数6】

$$|\Delta En| < K1 \quad \text{且つ} \quad (\Delta En - \Delta En-1) < K2$$

なお、残存容量の更新条件を、

【数7】

$$|\Delta En| < K1 \quad \text{且つ} \quad (\Delta En / \Delta En-1) < K2$$

としてもよい。

【0031】図6は、一実施の形態の変形例の残存容量の更新例を示すタイムチャートである。時刻t1では、上記の数式6または数式7の更新条件を満たし、残存容量を更新する。しかし、時刻t2と時刻t3では上記更新条件を満たさないので残存容量の更新を行わない。こ

ここで、時刻 t_2 では残存容量が更新されていないので、時刻 t_3 における第1と第2の方法の残存容量差の時間変化率 $\Delta e/t$ は、

$$\text{【数8】 } (\Delta E_3 - \Delta E_2) / (t_3 - t_2)$$

となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 一実施の形態の構成を示す図である。

【図2】 図1に続く、一実施の形態の構成を示す図である。

【図3】 残存容量の更新例を示すタイムチャートである。

【図4】 第1の方法による残存容量更新処理を示すフローチャートである。

【図5】 第2の方法による残存容量更新処理を示すフローチャートである。

【図6】 残存容量の他の更新例を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

1, 4 モーター

2 エンジン

3 クラッチ

5 変速機

6 動力伝達機構

7 駆動輪

8, 11 モーター制御装置

9 エンジン制御装置

10 クラッチ制御装置

12 変速機制御装置

13 車両コントローラー

14 高圧バッテリー

15 アクセル開度センサー

16 車速センサー

17 エンジン回転センサー

18 エンジン冷却水温度センサー

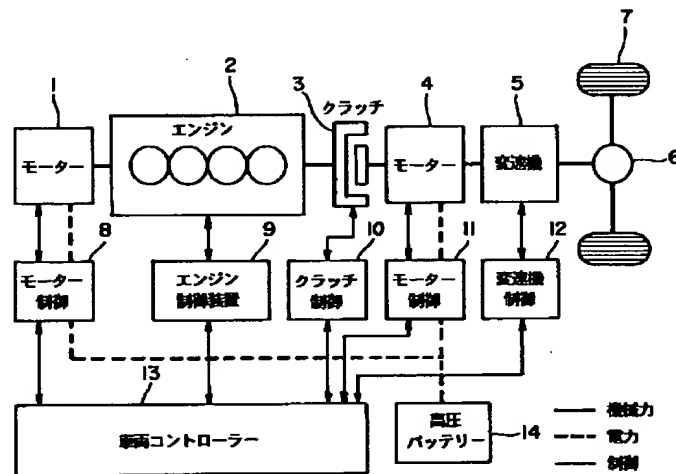
19 スロットルバルブ開度センサー

20 EGRバルブ開度センサー

21 電流センサー

22 電圧センサー

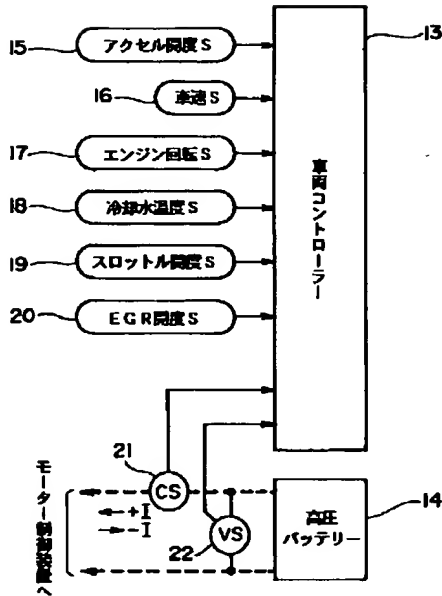
【図1】



【図1】

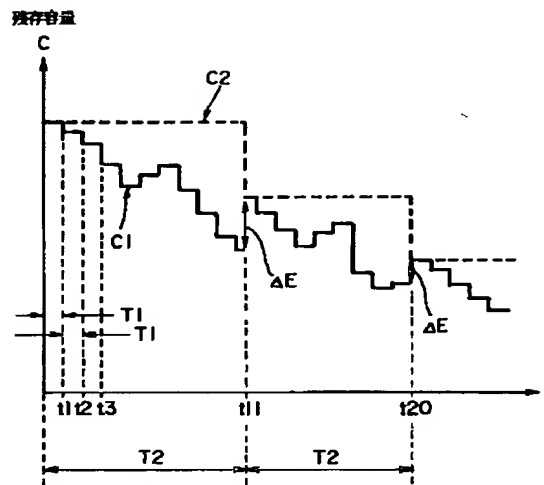
【図2】

【図2】



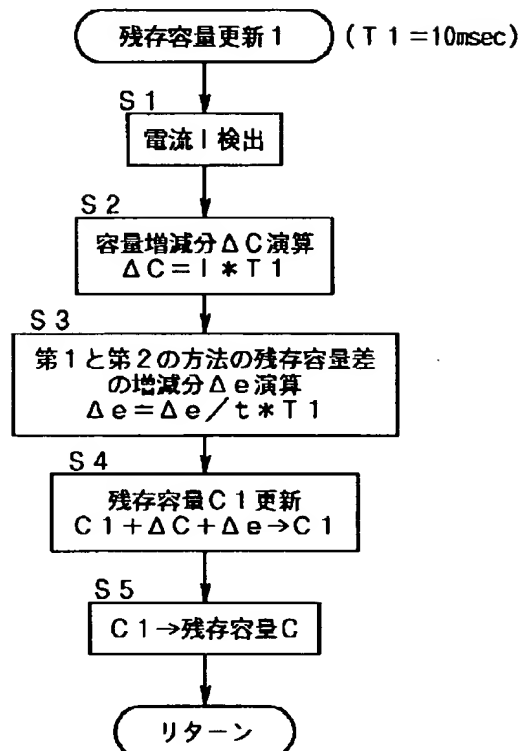
【図3】

【図3】



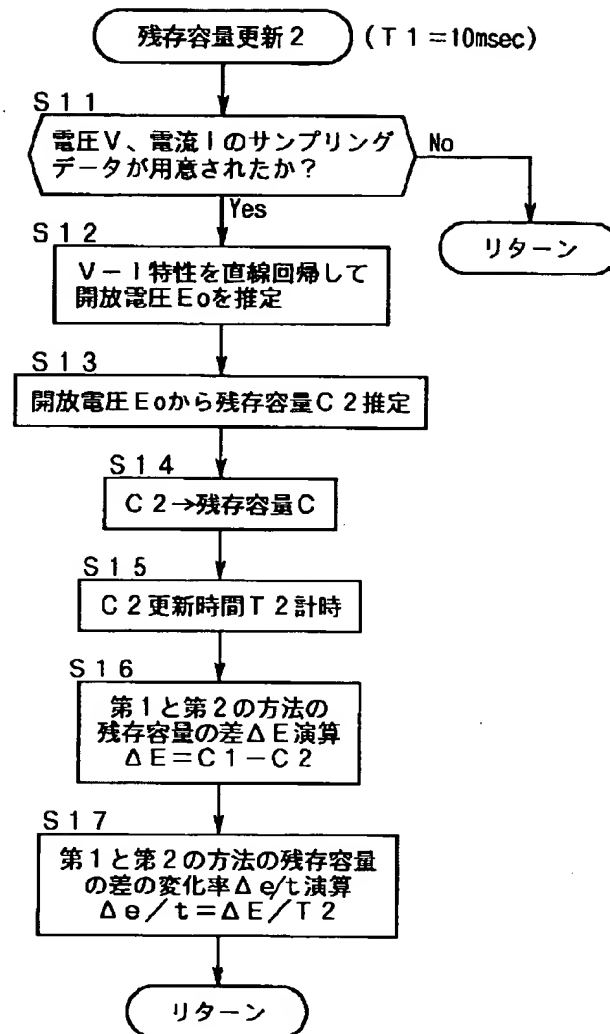
【図4】

【図4】



【図5】

【図5】



【図6】

【図6】

